

7727

UB Braunschweig 84



2322-932-1

Ueber

Tornados Nordamerikas.

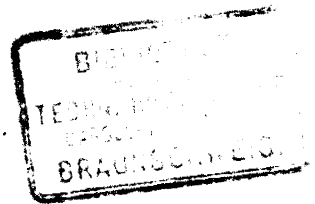
Ihre Entstehung, Entwicklung und Auflösung

von

William Blasius.

Sonderabdruck

aus den Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Aerzte.
Bremen 1890.



Leipzig,

Druck von J. B. Hirschfeld.

1890.

177.



Einleitende Bemerkungen.

Da ich in meinen langjährigen Studien über die Stürme in Amerika, wo die Luftbewegungen einfach und charakteristisch sind, zu etwas anderen als den gewöhnlichen Anschauungen gelangt bin, ist es wohl wünschenswerth, dass ich mich über einige Begriffe kurz erkläre. Zunächst über Sturm. Ich halte den Sturm im Allgemeinen für eine Luftbewegung, verursacht durch die Tendenz der Luft, ein gestörtes Gleichgewicht wieder herzustellen; es ist einerlei, ob diese Luftbewegung schwach oder stark, mit oder ohne Condensation stattfindet. Die Ursache der Störung finde ich in der Verschiedenheit von Wärme und Feuchtigkeit an verschiedenen Orten. Dies ist ein Ausdruck für den allgemeinen Sturm oder die Circulation der Atmosphäre. Der Sturm im speciellen Sinne ist eine Störung in der Circulation der Atmosphäre in Folge der verschiedenen Beschaffenheit der Erdoberfläche. Ihre Verbreitung ist daher eine geographisch begrenzte. Ein tropischer Cyclon z. B. kommt so wenig in die gemässigte Zone, wie Löwen und Tiger dies in wildem Zustande thun würden. Wenn er an den Grenzen der Tropen angekommen, so dreht er sich nicht im rechten Winkel, sondern löst sich auf, und ein Sturm anderer Art bildet sich. Diese Ansicht, die ich jetzt seit 40 Jahren veretrete, ist auch endlich im Jahre 1888 vom Chef des Signal Service U. S. Gen. GREELY in seinem Werke „American Weather“ (p. 193) anerkannt.

Luftbewegungen oder Stürme von Bedeutung zeigen sich durch bestimmte Wolkenformen an. Die Stürme der vertikalen Ausgleichung sind durch die Kugelform, den Cumulus, charakterisirt. Sie kommen hauptsächlich in den Tropen vor, und da sie sich nicht wegbewegen von der Stelle, wo sie entstehen, habe ich sie Local-Stürme genannt.

Die Stürme der horizontalen und schräg aufwärtsgehenden Bewegung, die Progressiv-Stürme sind zweierlei Art, je nachdem der warme Luftstrom den kalten, oder der kalte Luftstrom den warmen verschiebt. Die Verschiebung, d. h. der Sturm geht nach der Richtung, wo ein Mangel an Luft, oder wenn man will, ein Mangel an Druck ist. Die beiden entgegengesetzten Strömungen liegen, wie wir unten sehen werden, bei ihrem Zusammentreffen wie zwei Keile über einander.

Ist ein Mangel nach der kalten Richtung hin, so fliesst der warme Strom schräg aufwärts über den kalten und dies zeigt sich in der Bildung der verschiedenen Cirrusarten, welche sich nach und nach vereinigen, immer dicker werden und den Himmel wie mit einer Decke flächenartig überdecken; dies ist der Stratus. Ich habe sie nach ihrer Richtung in Amerika Nordoststürme genannt. Eine allgemeinere Bezeichnung wäre wohl Niederdruckstürme, weil sie mit fallendem Barometer über uns hergehen. Sie gehen unter verschiedenen Namen: Cyclonen, Gebiete des niedrigen Barometerstandes, Depressionen, Wirbel.

Ist ein Druckmangel nach der warmen Seite hin, so fliesst der kalte Strom wie ein Keil mit seiner dünnen Spitze über die Erde nach der Richtung, hebt den warmen Strom aufwärts, und dies zeigt sich durch die Bildung des Cumulo-Stratus, das Bild eines aufrecht gehenden Stromes, des Cumulus, in mehr oder weniger gerader Linie arrangirt. Ich habe diese Stürme analog den anderen pro-

gressiven Stürmen Südoststürme genannt, was für Amerika passt. Eine allgemeinere Bezeichnung wäre wohl, sie Hochdruckstürme zu nennen, weil sie mit steigendem Barometer über uns hergehen. Sie sind nächst den Tornados in Amerika die furchtbarsten Stürme. Hierzu gehören solche Stürme, wie der Nova-Scotia-Sturm im August 1873, der Blizzard im März 1888, die Gewitterstürme. Sie wurden früher vom Signal Service mit schönem Wetter prophezeit, obgleich sie in meiner ersten Publikation „New-York Daily Times“ im Nov. 1852 schon nach den meisten Richtungen hin charakterisirt wurden.¹⁾ Gen. GREELY hat sie erst in seinem oben genannten Werke (p. 180) 1888 als Stürme anerkannt.

Die Fläche oder die Region, in der die beiden entgegengesetzten Strömungen zusammentreffen, ist das Bild des wirklichen Gradienten. Sie verändert beim Fortschreiten des Sturmes ihre Lage fortwährend wie ein doppeltes Pendel²⁾, dessen Unterstützungspunkt gleichzeitig mit fortschreitet.

Wenn bei der fortschreitenden Bewegung des Südost- oder Hochdrucksturmes die Begegnungsfläche zum Stillstand kommt, d. h. die beiden Strömungen in den Zustand eines Gleichgewichts treten, das durch irgend eine Ursache, meist topographische Verhältnisse, gestört werden kann, und das wir unstabiles Gleichgewicht nennen wollen, so entsteht die 4. Art, die Lokal-Progressiv-Stürme, wie Tornados, Hagelstürme, Wasserhosen, Sandhosen, Wolkenbrüche und in den Tropen die wirklichen Cyklonen. Dies findet dann statt, wenn die Gegensätze in Temperatur, Windesrichtung und Feuchtigkeit sehr schroff sind.

Wir haben somit 3 Grundformen von Wolken: die Fläche, Stratus; die Kugel, Cumulus; den Kegel, Conus und die zusammengesetzte Form — Cumulo-Stratus, um die 4 Arten der Stürme zu charakterisiren und vorher zu erkennen.

Daraus ergibt sich nun die folgende Classification der Stürme.

1. Local-Stürme, bestehen in einer vertikalen Ausgleichung zwischen Kalt und Warm. Stationär. Windbewegung — centripetal. Charakteristisch für die Tropen. Charakteristische Wolke — Cumulus.
2. Progressiv-Stürme, bestehen in einer horizontalen Ausgleichung zwischen Kalt und Warm. Fortschreitend und oscillirend zwischen warmen und kalten hohen Barometerständen. Windbewegung verschieden.
 - a) Nordost- oder Niederdruck-Stürme, bestehen in der Verschiebung des kalten durch den warmen Luftstrom. Winterstürme. Gehen mit fallendem Barometer über uns her. Temperatur Wechsel von Kalt nach Warm. Char. Wolke — Stratus.
 - b) Südost- oder Hochdruck-Stürme, bestehen in der Verschiebung des warmen durch den kalten Luftstrom. Sommerstürme. Gehen mit steigendem Barometer über uns her. Temperatur Wechsel von Warm nach Kalt. Char. Wolke — Cumulo-Stratus.
3. Local-Progressiv-Stürme, entstehen durch die Störung des unstabilen Gleichgewichts der beiden entgegengesetzten Luftströmungen der Hochdruck-Stürme und folgen deren Diagonale unter dem Cumulo-Stratus her. Windbewegung rotirend (Tornados, Hagelstürme, Wasserhosen, Sandhosen, Wolkenbrüche und die wirklichen Cyclonen der Tropen). Char. Wolke — Conus.

Tornados.

Tornados sind heftige, im Kreise sich drehende Winde in spiralförmig aufwärts gehender Richtung. Ihre charakteristische Wolkenform ist ein Kegel, der seine Basis

¹⁾ Siehe Appendix A meines Werkes: Storms, Their Nature, Classification and Laws. Porter and Coates Philadelphia, U. S. 1875.

²⁾ Siehe Fig. 6 p. 83 meines Werkes.

nach oben richtet, und mit seiner Spitze anfangs im Zickzack, später in gerader Richtung über den Erdboden hinwegfegt. Der Tornado ist die ausgebildetste, charakteristischste Form derjenigen Stürme der gemässigten Zone, welche ich in meiner Classification der Stürme Local-Progressiv-Stürme genannt habe, weil ihre Entstehung einerseits mit eigenthümlichen Localverhältnissen zusammenhängt, auf die ich weiter unten eingehend zurückkommen werde. Sie sind nicht allein die interessantesten, sondern auch die lehrreichsten und daher für die Wissenschaft bedeutungsvollsten aller Stürme, weil sie ihr scheinbar geheimnissvolles Treiben, ihre Geschichte in greif- und messbaren Zügen über engbegrenzte, leicht übersehbare Strecken auf den Erdboden schreiben.

Unter allen Stürmen der gemässigten Zone sind die Tornados die kleinsten in Ausdehnung, aber die wildesten und furchtbarsten in ihrer zerstörenden Wirkung. Ihre Zerstörungsbahn ist scharf begrenzt und bildet schmale, längliche Streifen, deren Länge gewöhnlich 20 englische Meilen nicht überschreitet, und deren Breite selten über 600 Schritte hinausgeht. Auf diesem kleinen Raum richtet der Tornado indessen in wenigen Minuten eine Zerstörung an, die aller Beschreibung spottet und die um so mehr überrascht und in Erstaunen setzt, als die Erscheinung dem arglosen Beobachter plötzlich in die Wirklichkeit zu kommen scheint.

Sie entstehen, wie aus dem Weiteren hervorgehen wird, durch das Zusammenreffen zweier Ursachen, wovon die eine in einem besonderen Zustande der Luft, die andere auf der Erdoberfläche zu finden ist. Die Luft muss in ihrer horizontalen Bewegung zwischen schroffen Gegensätzen in Temperatur, Windesrichtung und Feuchtigkeit einen Zustand erreicht haben, den wir unstabiles Gleichgewicht nennen wollen, d. h. ein Gleichgewicht, das leicht gestört werden kann, und in diesem Zustande über einer Stelle der Erdoberfläche angelangt sein, die durch topographische oder andere Verhältnisse dieses Gleichgewicht stören kann. Tornados sind also zunächst das Produkt schroffer Gegensätze in Temperatur, Windesrichtung und Feuchtigkeit und daher vorzugsweise in Nordamerika zu Hause; denn Nordamerika ist das Land schroffer Gegensätze in diesen Dingen in Folge eigenthümlicher topographischer Verhältnisse und Lage. Man kann sie daher specifisch amerikanische Stürme nennen. In keinem andern Lande der Welt kommen die Tornados so häufig und so charakteristisch vor, wie in Nordamerika. Als im Jahre 1884 die amerikanische Wetterwarte, das Signal Service Bureau, viele Jahre nach ihrer Begründung endlich anfang, diesen wichtigen Stürmen einige Aufmerksamkeit zu schenken, zählte man 172 Tornados, welche in dem einen Jahre vorgekommen waren. Wenn man indessen die zahlreichen Tornados, die in unbewohnten Territorien und anderswo ungesehen stattfinden, und die vielen Hagelstürme, welche ich ebenfalls für Tornados halte, die mit ihrer Spitze nicht auf die Erde kommen, hinzuzählt, so geht man wohl nicht irre, im Durchschnitt auf den Tag 2—3 Tornados zu rechnen. Viele dieser wilden Stürme verursachen in weniger als 15 Minuten den Verlust von Hunderten von Menschenleben und von Millionen Dollars in zerstörtem Eigenthum.

Es ist natürlich, dass ein solches, mysteriöses, zerstörendes Phänomen, welches so häufig und fast ausschliesslich in Nordamerika vorkommt, den Forschersinn der Amerikaner vorzugsweise auf sich zog. In dieser Hinsicht stehen die verdienstvollen Amerikaner REDFIELD und ESPY in erster Linie. REDFIELD fand, dass die zerstörten Bäume etc. so liegen, wie eine rotirende Luftsäule von unbekannter Höhe und einem Durchmesser von 100—2000 englischen Meilen, die sich um ihre senkrechte oder etwas geneigte Axe dreht und gleichzeitig fortbewegt, sie legen müsste, und er benutzte diese von ihm in Tornados gefundenen Thatsachen, die von PIDDINGTON und CAPPER im Anfange dieses Jahrhunderts aufgestellte Cyclonen-Theorie der Stürme im Allgemeinen zu befestigen. ESPY auf der anderen Seite

behauptete, dass der Wind in Tornados und in Stürmen im Allgemeinen in gerader Linie nach einem Mittelpunkt (wenn der Sturm rund) oder nach einer Mittellinie (wenn der Sturm länglich) fiesse, und er benutzte diese ebenfalls in Tornados gewonnenen Erfahrungen, seine Centripetaltheorie zu beweisen. DOVE stellte sich auf die Seite von REDFIELD und verschaffte der Cyclonentheorie durch seinen berühmten Namen den Vorrang. Er versuchte dieselbe wissenschaftlich zu begründen, indem er die beiden entgegengesetzten Luftströmungen in der gemässigten Zone bei ihrem Zusammentreffen als nebeneinander liegend annahm.

So standen die Sachen vor 40 Jahren, als ich am 22. August 1851, ein Jahr nach meiner Ankunft in Amerika, die erste Gelegenheit und das Glück hatte, die Vorbereitungen in der Natur zu einem Tornado zu beobachten, und zwar ohne ihre Bedeutung zu kennen. Ich muss nämlich hier erwähnen, dass mir zur Zeit diese Erscheinung und die eben genannten Theorien ganz fremd waren, das Gesehene aber gerade deshalb einen tiefen, unauslöschlichen Eindruck auf mich machte, der durch spätere, ähnliche Erfahrungen lebendig erhalten und erweitert wurde.

Unbekannt mit den Rathschlägen meiner Vorgänger, namentlich REDFIELD's, wie ein Tornado untersucht werden muss¹⁾, schlug ich in meinen Untersuchungen einen ungebahnten Weg ein, und sah und fand Vieles, was bis dahin unbeachtet geblieben war. Manches davon hat sich während der letzten Jahre in der Meteorologie unter anderem Namen eingebürgert, manches ist aber auch bis heute noch nicht recht erkannt und bekannt geworden, namentlich nicht in Deutschland.

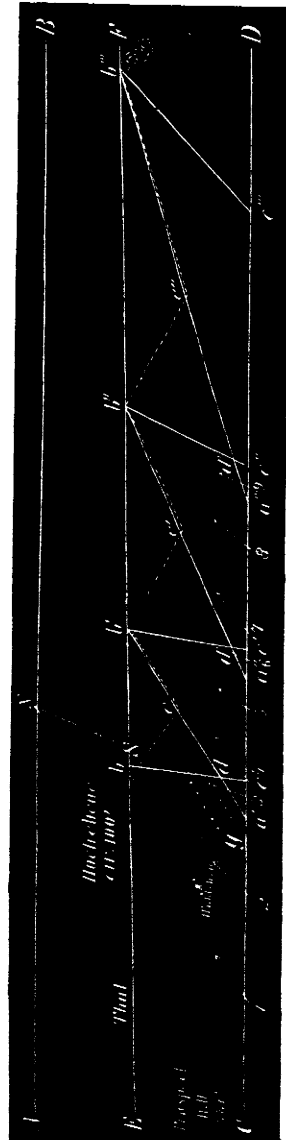
Während dieser langen Reihe von Jahren habe ich Gelegenheit gehabt, viele Tornados in verschiedenen Stadien ihrer Entwicklung zu sehen, und die Ueberzeugung gewonnen, dass alle im Wesentlichen übereinstimmen, obgleich nicht alle das vollständige Bild der Zerstörung zeigen, welches ich in dem obigen Tornado das Glück hatte zu sehen. So hatte ich in den letzten 5 Jahren meiner Anwesenheit in Philadelphia allein Gelegenheit, 4 Tornados über einen kleinen Theil der Stadt kommen zu sehen. Alle vier kamen von derselben Lokalität, dem Zusammenflusse des Schuylkill in den Delaware, und nahmen ziemlich dieselbe Richtung. Der Tornado am 3. August 1855 zerstörte circa 500 Häuser in Camden und dem oberen Theile Philadelphia's und mehrere Menschenleben. Der Tornado im nächsten Jahre nahm nur einige Dächer ab, und zerstörte dann ein einziges neu gebautes 3 Etagen hohes Ziegelstein-Gebäude; das Letztere nahm er von seinem Fundamente auf, warf es als Schutthaufen einige Fuss abwärts und verschwand aufwärts. Die anderen zwei Tornados waren unbedeutend. Alle zeigten über die erste Strecke ein unbeschriebenes Blatt, indem sie über Wiesen und den Fluss herkamen, wo nichts Zerstörbares vorkam. Dass alle von derselben Stelle her den Anfang nahmen, ist so Tornado-Art, und deutet darauf hin, dass sie lokaler Natur sind.

Als ich der Entstehung des West-Cambridge-Tornado in 1851 zusah, war ich mit dem Assistenten Agassiz's auf der Wiesenfläche zwischen Old- und West-Cambridge mit anderen wissenschaftlichen Dingen beschäftigt. Der Himmel war vollständig klar und die Luft ausserordentlich schwül und erdrückend heiss. Man hatte Mühe zu athmen, ein Zeichen, dass der Luftdruck sehr gering war. Es herrschte eine vollständige Windstille, kein Blättchen bewegte sich. Die intensiven Sonnenstrahlen schienen uns in aller Stille an den Boden festnageln zu wollen. Eine solche feuchte, schwüle Hitze hatte ich in Deutschland noch nie erlebt. Plötzlich wurden wir in unserer stillen Beschäftigung durch ein lange anhaltendes Rollen von fernem Donner erschreckt. Als wir die Augen nach der betreffenden Gegend richteten, sahen wir im Nordwesten eine langgestreckte,

1) American Journal of Science and Arts for October, 1841, p. 77.

schwarze Wolkenbank langsam über dem Horizonte erscheinen. Bald aber machte dieselbe Halt, und wir fuhren in unserer Beschäftigung fort. Es mochten circa zwei Stunden verflossen sein, als wir derselben Wolke noch einen letzten Blick zuwarfen und den Rücken zukehrten, um nach Hause zu gehen. Die Wolke war uns während der Zeit wieder näher gerückt und stand in dem Augenblicke über West-Cambridge scheinbar unbeweglich still und fest, wie eine Mauer. Am nächsten Morgen las ich in der Zeitung einen mir unglaublichen Bericht über die Zerstörung eines Tornados, der der Beschreibung gemäss über das Terrain gegangen war, über welchem wir am vorigen Tage die Wolke in unbeweglicher Stellung gesehen hatten. Wir hatten nicht so bald die furchtbare Verwüstung in Augenschein genommen, als wir auch schon eine Vermessung derselben unternahmen, um das Räthsel zu lösen. Auch war Eile nothwendig, wenn man die gegenseitige Lage und Richtung der Bäume etc. aufnehmen wollte, wie der Tornado sie gelegt hatte; denn die Yankees fingen ebenfalls gleich an, die umgeworfenen Obstbäume mit Maschinen in ihre Lage zurückzubringen und zu retten. Ich hatte nämlich für die Vermessung eine Quersection vor West-Cambridge gewählt, über welcher meist Obstgärten lagen und über welche die Zerstörung ziemlich gleichmässig über die ganze Breite (600 Schritte) ging. Trotz der Vorsicht, schnell zu verfahren, gelangte ich zu keinem befriedigenden Resultate. Die Bäume lagen nach allen Richtungen, vorwärts, rückwärts, nach innen und nach aussen, scheinbar ohne alle Ordnung. Hätte ich damals REDFIELD'S Untersuchungen und die Cyclonen-Theorie gekannt, so würde ich mich wahrscheinlich damit begnügt haben und ein Anhänger dieser Theorie geworden sein. Glücklicherweise hatte ich damals diesen Nachtheil nicht, und folgte, mehr Aufschluss suchend, der Zerstörungsbahn bis zu Ende. Hier fand ich denn auch eine ganz verschiedene Anordnung der zerstörten Gegenstände; sie lagen nämlich von beiden Seiten nach einer Mittellinie zu, mit einer Neigung vorwärts. Es war, wie wenn ein Vacuum vorüber gegangen wäre, welches die Gegenstände zu und mit sich fort gezogen hätte. Wenn ich die Anordnung der Mittelsection nicht gesehen und nur ESPR'S Untersuchungen und Theorie gekannt hätte, wahrscheinlich würde ich auf seine Seite getreten sein.

Die grosse Verschiedenheit in der Anordnung der Zerstörung über die Mitte und das Ende der Bahn hin leitete mich auf den Gedanken, dass in diesen zwar rein physikalischen Phänomenen vielleicht auch eine Entwicklung vom Einfachen zum mehr Complicirteren stattgefunden habe,



ähnlich der in der Thierwelt, und dass ich dann im Anfang der Entstehung Gelegenheit haben würde, die Gesetze in ihrer Einfachheit kennen zu lernen. In dieser Hoffnung ging ich zurück zu den ersten Spuren der Zerstörung oberhalb Walthheim. Als ich diese ermittelt hatte, kehrte ich um und folgte über die rechte Seite CD, s. Fig., der Zerstörungsbahn nach Nordosten, indem ich mit dem Compass die Richtung der niedergeworfenen Bäume in meinem Wege bestimmte. Hier bemerkte ich recht bald eine merkwürdig regelmässige Veränderung in der Lage der umgelegten Bäume zur Richtung der Bahn: während die ersten einen ganz spitzen Winkel mit der Richtung der Bahn CD bildeten, gleichsam in der Richtung des herrschenden Südwestwindes lagen, neigten sich die folgenden successiv immer mehr quer über die Bahn, so wie es die Pfeile 1, 2, 3, s. Fig., darstellen. Beim Weitergehen wiederholte sich eine ähnliche Veränderung in der Lage der Bäume, über die ich hinwegschritt, wie es die Pfeile 4, 5, 6 darstellen, und ebenso bei einer folgenden Serie von Bäumen, die ich mit den Pfeilen 7, 8, 9 bezeichnet habe. Als ich zum dritten Male an Bäumen ankam, welche die grösste Neigung quer über die Bahn annahmen (Pfeil 9), folgte ich dieser Richtung, geführt durch umgeworfene Bäume in gleicher Lage, und wurde über einen ansteigenden Grund in einen dichten Wald zu einem Punkte geführt, den wir b'' nennen wollen, auf welchen alle umgeworfenen Bäume in diesem Walde und der dritten Serie auf der rechten Seite der Bahn gerichtet waren. Von diesem Punkte aus konnte ich ein Feld der Zerstörung des Hügels hinab übersehen, welches die Gestalt eines Dreiecks oder richtiger Sphenoids hatte, dessen Basis über den Bäumen der dritten Serie auf der rechten Seite der Bahn lag und dessen Spitze eben dieser Punkt b'' bildete (siehe Fig. Dreieck $a'' b'' c''$). Die Grenze dieses Zerstörungsdreiecks war auf $2-2\frac{1}{2}$ Fuss bestimmbar. Ueber diese Grenze an den beiden Seiten des Dreiecks hinaus war keine Zerstörung. Wenn man über die Zerstörung hinweg sah, erhielt man den Eindruck, als wäre ein zerstörender Keil von der rechten Seite her quer über die Bahn geflogen, der mit seiner Spitze bei dem Punkte b'' und mit seinem breiten Ende über der dritten Serie auf der rechten Seite Halt gemacht hätte. Diese wichtige Entdeckung deutete so entschieden auf eine Gesetzmässigkeit, dass ich beim letzten Baume der zweiten und ersten Serie dasselbe Verfahren einschlug, d. h. der Richtung dieser Bäume und derer, die in derselben Richtung quer durch die Bahn lagen, folgte und zu ähnlich liegenden Punkten b' , bezw. b geführt wurde, von denen aus die Zerstörungsdreiecke ($a' c' b'$ und $a b c$) mit ihrer Basis auf der zweiten und ersten Serie auf der rechten Seite der Bahn deutlich zu übersehen waren. Wenn wir diese bedeutungsvollen Punkte b, b', b'' etc. durch eine Linie verbinden, so erhalten wir die Mittellinie der Zerstörungsbahn, der man den Namen Axe (EF) gegeben hat. Obgleich dieser Name für die erste Strecke der Bahn nicht ganz passt, so wollen wir denselben des allgemeinen Verständnisses halber hier beibehalten.

Allgemeine Uebersicht der Zerstörung.

Nach dieser vorläufigen Untersuchung, die schon den Schlüssel zum Verständniss dieses räthselhaften Phänomens in sich enthält, schritt ich zu einer genaueren Vermessung über die ersten Meilen der Bahn, welche in Appendix B meines Werkes enthalten ist ¹⁾. Hieraus gehen folgende wichtige Thatsachen hervor:

1. Die Zerstörung geht über den Anfang der Zerstörungsbahn mehrere Meilen weit nur von der rechten Seite, vom Süden her, aus, und zwar quer über die Bahn.
2. Die Zerstörung findet absatzweise und successiv über Dreiecke statt, welche

¹⁾ Storms, Their Nature, Classification and Laws by William Blasius. Porter et Coates, Philadelphia U. S. 1875.

ihre Basen auf der rechten Seite der Zerstörungsbahn und ihre Spitzen auf der Axe liegen haben.

3. Zwischen diesen dreieckigen Zerstörungsfeldern ($a b c$, $a' b' c'$, $a'' b'' c''$ etc.) liegen ähnlich geformte Felder ($b d b'$, $b' d' b''$ etc.), welche ihre Basen auf der Axe und ihre Spitzen nach der rechten Seite hin liegen haben, über welchen die Bäume etc. verschont geblieben sind.

4. Die Spitzen der Zerstörungsdreiecke, die Punkte b , b' , b'' u. s. w. liegen immer weiter auseinander, d. h. die Entfernung $b' b''$ ist grösser als $b b'$ u. s. w.

5. Die Zerstörungsdreiecke werden successiv immer mehr in die Länge gezogen, d. h. sie nehmen mehr und mehr die Richtung der Bahn an, statt wie das Erste quer zu derselben zu liegen.

6. Ueber die ganze linke Seite der Bahn, also nördlich der Axe (EF), ist keine Spur von Zerstörung zu finden; und zwar nicht etwa, weil es über den verschont gebliebenen Feldern an zerstörbaren Gegenständen mangelte.

Man findet wohl in allen Tornadobeschreibungen die Thatsache als räthselhaft angeführt, dass dicht neben zerstörten Gegenständen andere unbeschädigt geblieben sind. Derartige Thatsachen findet man über die ganze Länge der Bahn, und dies findet wohl in der bekannten Erfahrung eine Erklärung, dass bei Stürmen aller Art das Biegsame nachgiebt, wo das Starke bricht. Die Thatsache aber, dass zwischen zerstörten Feldern andere und zwar von ähnlicher Form vorkommen, über denen dem Anscheine nach nichts beschädigt ist, war bis dahin nicht beobachtet worden, und gerade diese Thatsache scheint mir von der grössten Bedeutung zur Erklärung der zahllosen räthselhaften Erscheinungen in Tornados.

Nachdem die einzelnen Thatsachen (Appendix B) festgestellt waren, unterwarf ich sie, mit der Karte in der Hand, einem sorgfältigen Studium an Ort und Stelle. Die Ausnahmen von der allgemeinen Regel wurden besonders berücksichtigt, weil man dadurch gewöhnlich auf die wichtigsten Gesichtspunkte aufmerksam wird, die man bei Untersuchungen aller Art ins Auge zu fassen hat. So wurde ich z. B. durch das Studium von scheinbaren Ausnahmen in der Richtung der Bäume auf die Wichtigkeit der topographischen Verhältnisse der Erdoberfläche geführt, was ich bei der Vermessung der Mittelsection in West-Cambridge nicht berücksichtigt hatte, und was meine Vorgänger, wie ich beim Studium ihrer Arbeiten später fand, ebenfalls vernachlässigt hatten. Durch die richtige Berücksichtigung solcher Verhältnisse wurden die Ausnahmen zur Bestätigung der obigen Regeln. So wurde ich durch eine unregelmässige Anordnung der Zerstörung an der Spitze des ersten Zerstörungsdreieckes auf die wichtige Thatsache aufmerksam, dass hier über einem kleinen Raume von ca. 20 Fuss Durchmesser eine rotirende Bewegung im Strauchwerk stattgefunden hatte, die aber gleich darauf verschwand, und nur in den Spitzen der Bäume, am Abhange, quer durch das erste verschont gebliebene Feld $b d b'$, in der Richtung be noch zu sehen war. Erst an der Spitze des vierten Dreieckes war diese rotirende Bewegung in der Zerstörung wieder auf der Erde sichtbar, wuchs von dort aus zusehends im Durchmesser und in der Stärke der Zerstörung, die geradlinige Zerstörung über die rechte Hälfte der Bahn immer mehr verwischend, bis sie in West-Cambridge, der zuerst vermessenen Quersection, die ganze Zerstörungsbahn links und rechts überzog. Alle Zerstörung war über die Mitte der Länge der Bahn hin rotirender Art und am grössten. Gegen Medford verschwand aber auch diese wieder und machte über den letzten Theil der Bahn hin einer geradlinigen Zerstörung Platz, welche indessen hier von beiden Seiten zu einer Mittellinie hin sich geltend machte.

So lösten sich die oft discutirten Widersprüche zwischen REDFIELD und ESPY. Sie hatten Beide recht gesehen, nur nicht das Ganze. Ueber das Ende des Tornados her war die Darstellungsweise ESPY's die richtige, über die Mitte her die

von REDFIELD. Für den ersten Theil der Bahn passte indessen keine Beschreibung dieser beiden Herren und ebensowenig eine ihrer Theorien.

Hier treten die schlimmen Folgen von irreführenden theilweisen und momentanen Beobachtungen und Untersuchungen, die wieder auf einer falschen Vorstellung über die Natur der Stürme beruhen, klar hervor. Beide scheinen von dem Gedanken überzeugt gewesen zu sein, dass die Stürme fertig von aussen in die Atmosphäre kommen und sich während ihrer Existenz gleich bleiben. Wären sie von der Vorstellung über die Natur der Stürme, die sich durch meine Untersuchung hier so klar herausstellt, dass sich dieselben in unserer Atmosphäre vom Einfachen zum Zusammengesetzten entwickeln und fortwährend verändern, ausgegangen, so würden sie sich wohl nicht mit kleinen Quersectionen begnügt haben. Auch scheinen sie von der falschen Voraussetzung ausgegangen zu sein, dass die Stürme alle einer Art sind und daher demselben Gesetze folgen; denn sonst würden sie wohl die in Tornados gefundenen Thatsachen nicht zur Begründung der Stürme im Allgemeinen angewandt haben. Ich bin ausführlich auf diesen Punkt eingegangen, weil in vielen maassgebenden Untersuchungen der Jetztzeit ähnliche Methoden angewandt werden, die sehr häufig dazu führen, Ursache und Wirkung zu vertauschen.

Hierauf suchte ich den Zustand der Atmosphäre, soweit dies damals möglich war, zu ermitteln, und zwar vor, während und nach dem Tornado und das sowohl nördlich wie südlich von der Bahn. Hierauf scheint ebenfalls nicht genug Werth gelegt worden zu sein, denn es wird in früheren Beschreibungen nur von einem warmen Südwestwinde gesprochen. Hier stellte sich heraus, dass vor dem Tornado nördlich von der Bahn derselbe Luftzustand herrschte, den ich im Eingange oben südlich von der Bahn beschrieben habe, dass aber während des Tornados und kurze Zeit nachher diese Luftbeschaffenheit durch einen kalten Nordwestwind plötzlich ersetzt wurde. Indem ich meine Nachforschungen noch weiter nach Norden hin anstellte, fand ich, dass ein ähnlicher Temperatur- und Windwechsel von Nordwesten her über den Staaten New-Hampshire, Maine, Mass. in Begleitung von Gewittern stattgefunden hatte, und dass die Gewitterwolke, welche mit unserem Tornado in Verbindung stand, ein Gewitter in seiner höchsten Ausbildung, aber ganz verschieden vom Tornado war.¹⁾ Sie folgen anderen Gesetzen und anderen Richtungen.

1) Diese Stürme, welche ich schon in meiner ersten Publication 1852 (s. Appendix A), als eine der zwei Unterarten der progressiven Stürme, in Bezug auf ihre Entstehung, Fortpflanzung, charakteristische Wolkenform u. s. w. beschrieben und charakterisirt habe, sind in ihrer vollständigen Ausbildung nächst den Tornados in Nordamerika die furchtbarsten Stürme. Ich benannte sie in dieser Publication mit dem Namen, den Seeleute ihnen gegeben — Squalls. In meinem Werke — Storms u. s. w. — ist eine ausführlichere Charakteristik pp. 91—114. Dort habe ich ihnen den Namen ihrer Richtung gegeben — Südoststürme. Sie sind von dem Signal Service Bureau, der Amerikanischen Wetterwarte, niemals recht als Stürme erkannt und daher immer mit „schönem Wetter“ prophezeit worden, weil sie mit steigendem Barometer und nicht nach der Theorie der Meteorologen mit fallendem Barometer über uns herziehen. Zu dieser Art Stürme gehörte z. B. der furchtbarste Sturm, der je an der Amerikanischen Küste vorgekommen, der Nova-Scotia-Sturm (am 23.—25. Aug. 1873), in welchem 1032 Schiffe und an 500 Menschenleben zu Grunde gingen (Chief Signal Officers Report for 1873 p. 1025, Appendix E). Auf Seite 180—194 habe ich mit den Karten des Signal Service Bureau nachgewiesen, dass dieser Sturm mit steigendem Barometer kam und doch ein Sturm war, und dass jenes Institut denselben 3 Tage vorher an der Küste mit „Sturm“ statt mit „schönem Wetter“ hätte anzeigen können, wenn es ihn als Sturm erkannt hätte. Nach verschiedenen Illustrationen ähnlicher Art von Stürmen dieser Klasse hat sich der Chief of Signal Service, Gen. A. W. GREELY, in seinem Werke „American Weather“ (p. 180) endlich 1888 bequemt, diese Stürme anzuerkennen. The great March Blizzard 1888 (April-Heft Meteor. Ztschrift. 1890), und der Sturm, welcher Jonestown ganz vernichtete, sind Beispiele dieser Art Stürme, welche das S. S. Bureau U. S. nach der bisherigen Theorie nicht erkennen konnte.

Erklärung.

Die abwechselnden Felder der Zerstörung und Nichtzerstörung im Inneren der Bahn deuten mit Bestimmtheit darauf hin, dass hier zwei Kräfte, eine zerstörende und eine schützende, thätig waren, und diese können nur in den beiden entgegengesetzten Luftströmungen von verschiedener Temperatur und Feuchtigkeit gefunden werden. Die scharfe Begrenzung zwischen diesen Feldern beweist die Nähe dieser beiden Kräfte auf der Erde und ihre grosse Spannung; die scharf begrenzte Wolkenbank zeigte die Stellung und Lage derselben in der Höhe über der Zerstörungsbahn. Da die Zerstörung über die erste Strecke der Bahn hin nur von der rechten Seite, von Süden her in der Richtung des herrschenden Windes, stattgefunden, so ist die zerstörende Kraft eben in diesem Südwestwinde, und die schützende Kraft in dem gegenüberstehenden Nordwestwinde zu finden. Da nun die Bäume über die ganze linke Hälfte der Bahn bis zur Axe EF, den Punkten b, b', b'' u. s. w. verschont geblieben waren, so muss der kalte Nordwestwind in dem Momente, als das unstabile Gleichgewicht eintrat, bis zu dieser Linie gestanden und diese Bäume umhüllt und gegen den schräg über den kalten Nordwestwind heftig aufließenden Südwestwind geschützt haben. Dass solches stattfand, geht zunächst aus der Wolkenlage zur Bahn hervor; die schwärzeste Linie, welche die Basis des Cumulo-Stratus bezeichnet, lag in der Richtung der Axe, nur etwas nördlich, so dass die Begegnungsfläche der beiden Ströme in einer schrägen Lage gewesen sein muss. Die wichtige Thatsache, dass der warme Südwestwind beim Zusammentreffen mit dem kalten Nordwestwinde schräg über diesen aufwärts fliesst, geht auch aus dem Bruch der Bäume hervor, die an der rechten Seite, namentlich in dem Wäldchen X, an der Erde abgebrochen, weiter nach dem Punkte b zu aber in einer grösseren Höhe. Die beiden entgegengesetzten Luftströmungen liegen daher wie zwei Keile übereinander: der kalte mit seinem dünnen Ende unten auf der Erde nach dem warmen hin; der warme Strom oben mit seinem dünnen Ende in der Region der Cirruswolken nach dem kalten hin.

Um die ferneren Begebenheiten ganz zu verstehen, müssen wir die Topographie des Terrains mit berücksichtigen. Die Begegnungsfläche der beiden Luftströmungen war in der beschriebenen Beschaffenheit und Lage quer über dem oberen Ende des Thales angekommen, welches von der 100 Fuss hohen Hochebene von Nordwesten nach Südosten in die Ebene mündete und dem über ihm liegenden Theile des kalten, schweren Nordwestwindes plötzlich einen freien, ungehinderten Ausfluss nach der Ebene hin gestattete. Dieser Ausfluss wurde um so mehr begünstigt, als das Thal nach Südwesten durch den höchsten Berg um Boston, Prospect Hill (480'), einen Ausläufer von der Hochebene, gegen den Widerstand gebenden Südwestwind geschützt wurde. Dies erklärt das erste Zeichen des Aufruhrs in der allgemeinen schwülen Stille, das Heranbrausen des kühlen Nordwestwindes, welcher die im Thale wohnenden Menschen nöthigte, ihre Häuser nach Norden hin zu schliessen. Sie hörten plötzlich ein Tosen, wie von einer Eisenbahn kommend, über sich hinweggehen und sahen eine Wolke südlich über dem Thale, die sich nach dem Punkte b und darauf nach West-Cambridge zu bewegte.

Der rasche Abfluss der quer über dem Thale stehenden Nordwestluft verursachte in der Wolkenhöhe ein entsprechendes Luftthal, durch welches der vor dem gesunkenen Theile balancirende Südwestwind nach Nordwesten hinaufschleunigte, seine Richtung also änderte und den Anfang eines Wirbels herstellte. Dieser Vorgang zeigt sich gewöhnlich durch das unruhige Hin- und Herschiessen frischer und noch schwärzerer Wolken, die sich in Folge der plötzlichen Condensation in

der mit Wasserdunst gesättigten, aufwärts schnellenden warmen Luft bilden. Die Centrifugalkraft dieser neugebildeten Wolken und die frei gewordene latente Wärme tragen dazu bei, den inneren Raum zu erweitern und die Luft zu verdünnen. Dieser Wirbel wird nun vor der durchs Thal abfliessenden kalten Luft hergetrieben, saugt immer tiefer liegende warme Luft ein, deren Feuchtigkeit sich condensirt und den Wirbel nach unten verlängert. Wenn der Wolkenkegel über der Mündung des Thales, südlich von Prospect Hill, in dem Bereiche des herrschenden Südwestwindes angekommen ist, wird er von diesem in dessen Richtung nach dem Punkt b hingeführt, wo er mit seiner Spitze auf dem Ausläufer der 100' hohen Hochebene die Erde berührt, die Luft über dem ersten Felde der Zerstörung a b c mit Wucht einsaugt und so das erste Feld der Zerstörung verursacht. Es ist leicht einzusehen, dass die in den Wolkenkegel schiessende Luft nach b immer mehr zusammengedrängt wird und so über das Feld der Zerstörung die Form eines Dreieckes machen muss.

Folgende interessante Erscheinung giebt uns ferner Aufschlüsse nach verschiedenen Richtungen. Südöstlich von dem Wäldchen X war eine Landstrasse g und zu beiden Seiten eine Reihe Ulmen. Beide Reihen waren an der Seite, von welcher der Südwestwind über sie nach b zog, von einer gewissen Höhe an 2—2½ Fuss aufwärts mit Mudde bedeckt und zwar die obere und untere Grenze wie mit einem Messer abgeschnitten. Die bedeckte Stelle lag auf der südlicheren Reihe von Bäumen tiefer als an der gegenüberliegenden. Kein Wasser war in der Nähe zu finden. Erklärung: Beide Reihen waren von dem kalten Nordwestwinde, der durchs Thal abwärts schoss, umhüllt und abgekühlt bis zur obersten Linie der Muddestelle. Der nach b mit Wucht gezogene feuchte und warme Südwestwind ging über die Bäume her, drückte den kalten Nordwestwind 2—2½ zurück und so wurde auf der vom kalten Winde entblösten Stelle durch die Condensation der Wasserdünste, vermisch mit dem Staube, Mudde fabricirt und über die vorhin erkaltete Stelle aufgelegt und nicht weiter. Hier zeigte sich ebenfalls die geneigte Richtung der Begegnungsfläche, die Nähe und Spannung der beiden Winde und der grosse Temperaturunterschied der beiden entgegenstehenden Winde.

Der häufig beobachtete zweite Kegel, welcher sich unten an den ersten in umgekehrter Lage ansetzen soll, entsteht offenbar durch den im Südwestwinde weggelegten Staub. Der Kegel scheint sich zu heben, wenn dieser Staub auf spiralförmigem Wege im Wolkenkegel nach oben verschwindet.

Nachdem die Südluft über dem ersten Zerstörungsfelde vom Wolkenkegel bei b theilweise verschlungen, der balancirende Widerstand derselben an der Stelle nachgelassen hat, fliessen der Nordwestwind über das nächste Feld b d b' in der Richtung b e, den Wolkenkegel von b vor sich herschiebend und abwärts verlängend, wie vorhin im Thale. So wird der Nordwestwind für die auf diesem Felde stehenden Gegenstände ein Schutz gegen den zweiten Einsturz südlicher Luft über das zweite Zerstörungsfeld a' b' c'. Sobald nämlich der Wolkenkegel auf seinem Wege b e wieder in den Bereich und die volle Macht des Südwestwindes getreten, wird er in dessen Richtung nach b' getrieben, wo er die Luft über dem zweiten Zerstörungsfelde bei b' aufsaugt, die Zerstörung über dieses Feld hin anrichtet und wieder, wie bei b, in die Höhe schnellte. Die bei b' in Balance gehaltene Nordwestluft rückt nun wieder in ihrer Richtung b' e' vor, den Wolkenkegel vor sich herschiebend, und giebt den Gegenständen auf diesem Felde Schutz gegen den Einsturz des Südwestwindes über das dritte Zerstörungsfeld a'' b'' c'' u. s. w. So erklärt sich die oft gemachte Beobachtung der Oscillation des Wolkenkegels auf- und abwärts, und in den horizontalen Richtungen der beiden entgegengesetzten Strömungen von Nordwest und Südwest. Bei den Punkten b, b', b'' etc. kommt der Wolkenkegel entweder ganz oder beinahe auf die Erde. Im ersten Falle zeigt

sich eine rotirende Bewegung, wie bei b; im zweiten wird die Zerstörung nach der spitzen Mündung hin zusammengezogen und bildet die Spitze des Sphenoids oder Dreiecks. In diesem Tornado kam der Kegel erst beim 4. Dreieck wieder ganz auf die Erde und blieb von da an auf derselben.

Es scheint in der Natur dieser Verhältnisse zu liegen, dass diese Oscillationen immer kleiner werden und bald ganz verschwinden, indem der Wolkenkegel von den beiden wirkenden Kräften immer mehr in die Diagonale derselben getrieben wird. Da die beiden Kräfte, der Nordwest- und der Südwestwind, continüirlich auf den rotirenden Wolkenkegel wirken, so muss die progressive Geschwindigkeit desselben wachsen, d. h. die Punkte b, b', b'' etc., wo der Kegel auf die Erde oder ihr nahe kommt, immer weiter aus einander rücken und die Zerstörungsdreiecke sich in die Länge ziehen und die Richtung der Bahn nehmen.

Es ist ferner klar, dass, so lange die progressive Geschwindigkeit des Wolkenkegels die Geschwindigkeit des Südwestwindes nicht erreicht hat, der Durchmesser des rotirenden Wolkenkegels wachsen muss, indem die um den Kegel liegende Luft Zeit hat, an der Bewegung des Kegels Theil zu nehmen. Dies stimmt ganz mit den Thatsachen. Als der Wolkenkegel bei b zum ersten Mal auf die Erde kam, reichte seine rotirende Bewegung kaum über einen Kreis von 20' Durchmesser. Als der Kegel bei b'', dem 4. Zerstörungsdreieck, wieder auf der Erde erschien, war sein Durchmesser bedeutend grösser und erweiterte sich nun zusehends, bis er über dem erst vermessenen Stücke bei West-Cambridge die ganze Breite der Bahn von 600 Schritt einnahm und die geradlinige Zerstörung von der rechten Seite her ganz verwischte.

Hat der Wolkenkegel endlich eine Geschwindigkeit erhalten, welche der Summe der Geschwindigkeiten der beiden treibenden Kräfte gleich kommt, also grösser ist, als jede derselben, so geht der Kegel in Folge des erlangten Momentum gegen den Wind, seiner Zerstörung entgegen. Es ist nämlich dies der Zeitpunkt, wo der grossen fortschreitenden Geschwindigkeit des Wolkenkegels halber die rotirende Geschwindigkeit nicht mehr so zur Geltung kommen kann, wie vorher. Die Luftsäule geht als Vacuum vorwärts, die rotirende Luft löst sich von aussen immer mehr ab, der Kegel wird enger und kleiner im Durchmesser und verschwindet zuletzt ganz in die Höhe, woher er gekommen ist, d. h. er löst sich auf.

Dieses ist nach meiner langjährigen Erfahrung die Entstehung, Entwicklung und Auflösung eines Tornados. Sie kommen immer im Zusammenhange mit der Klasse von progressiven Stürmen vor, welche ich Südost-Stürme genannt habe, welche mit steigendem Barometer über uns hergehen, zu denen auch die Gewitterstürme gehören. Aber nicht jeder Gewittersturm hat einen Tornado im Gefolge. Ob dies der Fall ist, hängt von den oben angegebenen Bedingungen ab. Ihre Entstehung kann daher von Jedem zeitig genug für seine Rettung vorher erkannt, aber nicht von Wetterwarten vorhergesagt werden. Da sie immer in der Diagonale der beiden entgegengesetzten Strömungen ziehen, und diese durch die Lage des, das Gewitter anzeigenden, Cumulo-Stratus Jedem sichtbar ist, so hat es ein Jeder in seiner Hand, sein Leben zu retten, wenn er dahin geht, wo ich die Bäume unbeschädigt fand, d. h. unter die Wolke oder wenigstens so weit, bis er in den kalten Strom kommt. Manches Leben auf dem Lande und auf der See könnte erhalten werden, wenn diese einfache Regel erkannt und beobachtet würde.

Hat der Wolkenkegel während seines Vorbeizuges so viele warme Luft (Südstrom) nach oben gesogen, oder neuen Zuwachs durch eine andere kalte Luftwelle erhalten, so dass der kalte Strom seiner Front entlang wieder neue Kraft zum Vorwärtsfliessen erhält, so kann sich weiter ab ein zweites unstabiles Gleichgewicht ausbilden, und wenn die Begegnungsfläche der beiden Ströme in einem

solchen Momente über einem geeigneten Terrain ankommt, so kann ein zweiter, dritter Tornado entstehen, der dem ersten dann parallel geht.¹⁾

Der kalte, schwere Luftstrom sucht die Niederungen und Thäler. Kommt er mit seiner Front an mehrere, die mehr oder weniger in derselben Richtung liegen, so theilt er sich, und es können dann in verschiedenen Thälern Gewitterstürme und in ihrer Front Wolkenbrüche, Hagelstürme, Tornados gleichsam quer durch sie hindurch ziehen, und sich mit kleinen Unterbrechungen aneinander reihen. Die Condensationen, ob sie in Regen oder Hagel bestehen, fallen immer in Amerika an der Nordseite der Bahn entlang, weil der Wolkenkegel die schräge Richtung der Begegnungsfläche nimmt. Dass der Hagel häufig in parallelen Streifen liegt, geht aus dem Vorkommen paralleler Tornados und Hagelstürme hervor. Dass alle diese Stürme lokaler Natur sind, geht aus Obigem hervor; auch ist dies den Versicherungsanstalten sehr gut bekannt.

Wie entsteht nun der Hagel? Ich denke mir den Hergang in folgender Weise. Beim Einsturz der warmen, mit Feuchtigkeit gesättigten Südluft in den luftverdünnten, kalten Raum im Innern des Wolkenkegels condensirt sich der Wasserdunst zu Wasser und Schnee. Die Schneeflocken ballen sich auf dem spiralförmigen, turbulenten Wege aufwärts zu kleinen Schneebällen, dem Nucleus des Hagelkorns. Dies wird oben hinaus in den warmen Südwind und die Wolke geworfen, die äussere Schicht schmilzt zu Wasser, fällt zurück in den weiten Schlund des Kegels, und auf dem Wege abwärts friert das Wasser zu einer den Nucleus umgebenden, klaren Eisschicht. Unten angekommen wird es durch eine andere einstürzende Masse warmer Luft aufgenommen und auf seinem Wege aufwärts mit einer anderen Schicht Schnee umgeben und so fort. An der Anzahl der Schnee- und Eisinge kann man die auf- und abwärts gemachten Wege, die das Hagelkorn gemacht hat, abzählen.

Für die Richtigkeit dieser Erklärung fand ich später einen schlagenden Beweis in einer von den vielen Hunderten von Luftschifffahrten von JOHN WISE.²⁾ Er sagt: Am 17. Juni 1843 stieg ich Nachmittags 2 Uhr in einem Ballon in Carlisle auf. Als ich 2 Meilen östlich von der Stadt eine Höhe von 2500 Fuss erreicht hatte, erschien eine kleine Strecke weiter und über uns eine grosse schwarze Wolke. Unter derselben angekommen, nahm der Ballon eine rotirende und aufwärts gehende Bewegung an. Die Wolke schien beim Eintreten in dieselbe eine runde Form und eine Ausdehnung von circa 4—6 Englischen Meilen zu haben. Gerade vor dem Eintritt in die Wolke bemerkte ich in einiger Entfernung eine Sturmwolke, von welcher anscheinend starker Regen fiel. Beim Eintritt in die Wolke wurde ich von einem Gefühl des Erstickens und mehreren starken Brechanfällen ergriffen, die wahrscheinlich in der heftig rotirenden Bewegung des Ballons ihre Ursache hatten. Die Kälte war enorm gross und Alles um mich herum von faseriger Natur wurde mit Reif bedeckt, und die nach oben laufenden Stricke nahmen das Ansehen von Glasstricken an, und Schnee und Eis flog von allen Richtungen um mich herum und auf mich und den Ballon zu. Ich erwartete, dass die intensive Kälte das Gas condensiren und den Ballon zum Sinken bringen und mich befreien würde. Statt dessen wurde ich aufwärts gewirbelt mit

1) Als ich 1851 in Wooburn, 6 Engl. Meilen nördlich von Medford oder dem Tornado, eine Vorlesung über den Gegenstand hielt, und diese aus der Theorie deducirte Möglichkeit aussprach, theilte mir Dr. DREW nach der Vorlesung mit, dass der Fall dort wirklich stattgefunden habe und zwar einige Stunden vor dem West-Cambridge Tornado, wahrscheinlich zur Zeit, als die Wolkenbank Halt machte. Dies sollte, denke ich, ein ziemlich guter Beweis für die Richtigkeit der Theorie sein.

2) Through the air, or 40 years experience of an Aeronaut by John Wise. To day printing and publishing Co. Philad. N. Y. Boston u. Chicago 1873. p. 370.

fürchterlicher Geschwindigkeit, indem sich der Ballon drehte und der Korb im Kreise durch die Wolke schwankte. Ein kataraktähnliches Geräusch, in das sich ein verhängnissvoller, jammernder Ton des Windes mischte, begleitete mich auf meinem schrecklichen Fluge. Ein schwacher Schimmer Sonnenlicht nach oben durch die Wolke liess mich hoffen, diesem fürchterlichen Platze nach dieser Richtung zu entkommen; allein Täuschung war mein Loos. Wie mit einer Fluthwelle wurde der Ballon wieder einige Hundert Fuss abwärts gerissen. Der Ballon machte Halt, nur um von Neuem wieder aufwärts gewirbelt zu werden, und wenn er das Maximum der Höhe erreicht hatte, wieder mit fürchterlicher Geschwindigkeit abwärts zu gehen. Dieses wiederholte sich 8—10 Mal, während der Sturm mit fürchterlicher Heftigkeit fortwüthete. Einmal sah ich die Erde durch einen Riss der Wolke. Der Ballon war sehr beschädigt und hatte viel Gas verloren, aber noch einmal wurde ich hinauf geführt und zu meiner grössten Freude mit dem Ballon aus diesem Ungeheuer geworfen, nachdem ich während 20 Minuten diese schreckliche Auf- und Abfahrt hatte mitmachen müssen.





0000 111